

FERNANDA MICKOSZ RAVEDUTTI CAVENATTI

A INFLUÊNCIA DO ALONGAMENTO NO TREINAMENTO DE FORÇA



Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

2013

FERNANDA MICKOSZ RAVEDUTTI CAVENATTI

A INFLUÊNCIA DO ALONGAMENTO NO TREINAMENTO DE FORÇA

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. (ORIENTADOR: DR. COSME FRANKLIM BUZZACHERA)

CURITIBA
2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda a estrutura emocional e familiar que me proporcionou, nunca me deixando sozinha. Aos meus pais, Carmem e Homero por todo o apoio e incentivo a realizar esta especialização, pela compreensão nos momentos difíceis e por terem sido pessoas essenciais para minha formação pessoal e profissional. Aos meus irmãos, Mariana e César por terem trilhado caminhos exemplares e servirem de exemplo para a minha trajetória, sempre dispostos a me motivar e consolar. Ao meu quase irmão, Humberto pelo exemplo de ser humano inteligente e dedicado, marido, filho e irmão. Ao meu esposo Rodolpho Cavenatti pelo incentivo e compreensão nos momentos de dedicação à universidade, trabalho e treinos.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação e a todos os amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão do Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício, em especial ao José Santos, um amigo inspirador e apaixonado pela área acadêmica.

RESUMO

A prática de exercícios de alongamento está presente em praticamente todos os locais que se propõem a trabalhar no âmbito da atividade física e saúde, indiferentemente do objetivo proposto, sendo prescritos de maneiras aleatórias desde o aquecimento até a volta a calma e relaxamento. Entretanto, inúmeros estudos têm demonstrado que a prática dos exercícios de alongamento preparatórios repercutem negativamente sobre o desempenho da força máxima, fato que obviamente interfere diretamente nos objetivos dos indivíduos que realizam treinamento de força de forma recreacional e principalmente dos atletas cujo sucesso em suas atividades desportivas requeiram essa capacidade física como performance-dependente. Através da revisão de literaturas foi possível concluir que é possível realizar um treinamento de força e, paralelamente realizar um treino de flexibilidade, como temos o exemplo dos ginastas. Mas que por outro lado, se o alongamento for utilizado previamente ao treino de força, alguns estudos afirmam que pode alterar o grau de rigidez do tendão ou da unidade músculo-tendínea tornando-a mais maleável, existindo então a possibilidade destes exercícios afetarem negativamente a transferência de força da musculatura para o sistema esquelético podendo causar, portanto uma diminuição no rendimento físico quer este seja relevante para a saúde num contexto meramente recreacional ou então voltado para a performance desportiva amadora ou de alto desempenho.

Palavras-chave: Alongamento, Força, Atividade Física.

ABSTRACT

The practice of stretching exercises are present in practically every place that promotes physical activity and health; No matter what the objective of a particular sport, all encourage and include stretching. The stretching can be incorporated in a variety of places during the activity, from the beginning in a warm up to the end as a cool down. However, many studies have shown that the practice of preparatory stretching may cause negative results at the peak of strength training. This fact obviously directly interferes with the objectives of an individual training for power-as a recreation, and especially for an athlete whose performance in their sport depends on their ability to create power. Through the revision of literature, it was possible to conclude that it is possible to have strength training along with flexibility training, using the gymnast as an example. But on the contrary, if stretch is used prior to strength training, some studies confirm that it may alter the level of inflexibility of the tendons or the unity of musculotendinous- turning it more malleable, existing then the possibility of these exercises to be negatively affected in the transfer of power of the muscle to the skeletal system, being able to cause the physical efficiency to lower or drop for an individual at a high level of recreation, or an amateur level performance.

Keywords: Stretching, Strength, Physical Activity.

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO.....	07
1.1	Apresentação do problema.....	07
1.2	Objetivo Geral.....	09
1.3	Objetivo Específico.....	09
2.0	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	FLEXIBILIDADE.....	10
2.1.1	Definição, importância e seu desenvolvimento.....	10
2.1.2	Fatores que determinam o nível de manifestação.....	14
2.2	FORÇA.....	18
2.2.1	A capacidade de força.....	18
2.2.2	Diferentes formas de contração muscular.....	20
2.2.3	Treinamento de força	22
2.2.4	Coordenação neuromuscular.....	25
2.2.5	Composição do tecido muscular.....	26
2.3	RELAÇÃO ALONGAMENTO x FORÇA.....	28
2.3.1	Hipertrofia X Flexibilidade.....	35
3.0	CONCLUSÃO.....	38
4.0	REFERÊNCIAS.....	39

1.0 INTRODUÇÃO

A prática de exercícios de alongamento está presente em praticamente todos os locais que se propõem a trabalhar no âmbito da atividade física e saúde, indiferentemente do objetivo proposto, sendo prescritos de maneiras aleatórias desde o aquecimento até a volta a calma e relaxamento.

Segundo Prentice e Voight (2003, p. 54), a flexibilidade é a amplitude de movimento possível em torno de uma única articulação ou em uma série delas. A flexibilidade é diretamente correlacionada ao alongamento, sendo importante não apenas para os movimentos normais, mas também para a prevenção de lesões.

Davis et al. (2005, p. 87) complementam que a flexibilidade é um importante aspecto da função humana, e que a manutenção de um nível adequado do comprimento muscular requer um programa de exercícios regulares de alongamento no sentido de prevenir os encurtamentos e obter os benefícios em relação ao decréscimo dos riscos de uma lesão muscoesquelética e da queda no desempenho da performance física (citado por Grego Neto, 2005)

Para Tubino (1984), Contursi (1986) e Dantas (1998), uma boa elasticidade muscular proporciona ao atleta o aperfeiçoamento do gesto desportivo, eficiência mecânica (melhora da performance e menor gasto energético), profilaxia de lesões, melhor agilidade, velocidade, resistência, coordenação e força.

As técnicas de alongamento para melhorar a flexibilidade estão em constante evolução. As mais conhecidas são *alongamento balístico*, *estático*, técnicas de *facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP)*.

A força, assim como a flexibilidade, é uma valência muscular fundamental em todo programa de atividade física. Segundo Hall (2005, p. 65) a *força* é a capacidade do músculo em gerar tensão contra alguma resistência ou carga externa. É imprescindível para se levar uma vida normal e saudável a manutenção dos mínimos níveis de força em um determinado músculo ou grupo muscular.

É fato que tanto a força quanto a flexibilidade são dois componentes da aptidão física considerados importantíssimos tanto para a qualidade de vida quanto para o bom desempenho nas atividades atléticas. E está sendo cada vez mais comum a busca pelo treinamento de força para obterem bons resultados estéticos e aprimorarem a condição física, mantendo-se saudáveis. Porém, como muitos atletas

de alto desempenho dependem de uma força máxima para otimizar sua performance física, acabam iniciando com exercícios de alongamento imediatamente antes do trabalho de força, deixando-se levar pelo pensamento do senso comum.

Segundo estudos recentes tais como FOWLES et al (2000 p. 89); NELSON (2001, p. 89); CRAMER et al (2004, p. 18), é relatado que a diminuição de força ocorre devido a fatores mecânicos como alterações nas propriedades visco elásticas do músculo e musculotendíneo (citado por RAMOS et al, 2007).

Desta forma, o propósito do estudo é revisar as literaturas sobre a influência do alongamento no treinamento de força.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como principal objetivo uma revisão da literatura sobre alongamento e treinamento de força.

1.2 Objetivo Específico

O objetivo específico deste trabalho é revisar se há influência do alongamento antes de um treinamento de força.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FLEXIBILIDADE

2.1.1 Definição, importância e seu desenvolvimento:

A flexibilidade pode ser definida como a amplitude articular máxima em uma ou mais articulações (ANDERSON B e BURKE, 1991) ou pela relação existente entre o comprimento e a tensão de um músculo alongado (GAJDOSIK e BOHANNON, 1987).

Araújo (1983) e Dantas (1999) a definem como a qualidade física responsável pela execução de movimentos voluntários de amplitudes máximas dentro dos limites morfológicos, dependente tanto da elasticidade muscular quanto da mobilidade articular. Concordam ainda, que a flexibilidade é necessária para a perfeita execução de atividades físicas, minimizando assim o risco de provocar lesões, ressaltando que ela é necessária e essencial para o desenvolvimento de atividades da vida diária de qualidade, proporcionando ao indivíduo maior liberdade e movimentos mais harmônicos (ARAÚJO, 1983; DANTAS, 1999).

Um nível de flexibilidade inadequado pode resultar no aumento da probabilidade de ocorrer lesões músculo-esquelético ou ainda tornar impossível a realização de determinados movimentos. Por outro lado, um nível satisfatório da flexibilidade é extremamente importante para a integridade do sistema morfofuncional (GUEDES e GUEDES, 1995).

Segundo Dantas (1999), citado por Badaro, Silva e Beche (2007), a flexibilidade pode ser classificada em geral ou específica, ativa ou passiva, e ainda em estática ou dinâmica.

A flexibilidade geral é observada em todos os movimentos da pessoa englobando todas as articulações, enquanto que a flexibilidade específica é referente a um ou alguns movimentos realizados em determinadas articulações.

A maior amplitude de movimento (ADM) possível de uma articulação, obtida sem ajuda, ou seja, pela contração do músculo agonista é denominada flexibilidade ativa. Já, a flexibilidade passiva é a maior amplitude de movimento possível da

articulação obtida por meio da atuação de forças externas (companheiro, aparelhos, peso corporal). É sempre maior que a ativa (BARBANTI, 1996).

Observa-se a flexibilidade estática pela mobilização do segmento corporal de forma lenta e gradual por agente externo buscando alcançar o limite máximo, enquanto que a dinâmica é expressa pela ADM máxima obtida pelos músculos motores, volitivamente, de forma rápida (DANTAS, 1999).

Existem, ainda, outras duas classificações para a flexibilidade, uma do tipo balística, que não tem existência no dia-a-dia, mas que poderia ser observada em um movimento onde toda a musculatura circundante à articulação empregada ficaria em estado de relaxamento total e o segmento corporal seria mobilizado por um agente externo de forma rápida e explosiva, e outra, do tipo controlada, observável quando se realiza um movimento sob a ação do músculo agonista de forma lenta, até chegar à maior amplitude na qual seja possível realizar uma contração isométrica (DANTAS, 1999). Esta última é de grande importância para os atletas, como exemplo os ginastas, pois permite ao praticante sustentar um segmento corporal, numa contração estática realizada em um amplo arco articular (BADARO, SILVA e BECHE, 2007).

Diferentemente das outras qualidades físicas, a flexibilidade visa chegar a um nível perfeito para o bom desempenho de um determinado movimento, e não máximo. Níveis altos de flexibilidade podem desproteger as articulações, levando a lesões como luxações e frouxidões ligamentares. A Síndrome de Hiperlaxidão ocorre em pessoas que apresentam um grau acima do normal de flexibilidade e que merece também atenção de um profissional especializado. (SIMPSON, 2006; DANTAS, 2005; ESNAULT e VIEL, 2002; RUSSEK, 1999; RUSSEK, 2000).

A resistência oferecida à flexibilidade é dependente de seus tecidos conjuntivos, por exemplo, quando o músculo é alongado, os tecidos conectivos circunvizinhos tornam-se mais rígidos. Também a inatividade de determinados músculos ou articulações podem causar mudanças químicas no tecido conjuntivo que restringem a flexibilidade.

Encontrado em torno dos músculos e suas fibras, o tecido conjuntivo é composto de uma substância básica e de dois tipos de fibras baseadas em proteína, fibras *colágenas* e fibras *elásticas*. O tecido conjuntivo colágeno consiste em sua maior parte de colágeno e fornece a força tensiva. O tecido conjuntivo elástico

consiste, em sua maior parte, de elastina e fornece elasticidade. A substância básica é chamada de Substância Fundamental Amorfa e age como um lubrificante, permitindo que as fibras deslizem facilmente entre si, é como um adesivo, que prende as fibras do tecido em pacotes. Quanto mais tecido conjuntivo elástico em torno de uma articulação, maior o grau de movimento da mesma. Os tecidos conjuntivos são compostos de tendões, ligamentos e das bainhas fasciais que envolvem os músculos em grupos separados. Estas bainhas fasciais ou *fáscias* são nomeadas de acordo com sua localização nos músculos. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004):

- a) Endomísio: a bainha fascial mais interna que envelopa as fibras individualmente;
- b) Perimísio: a bainha fascial que liga os grupos de fibras do músculo em fascículos individuais;
- c) Epimísio: a bainha fascial mais externa que liga os feixes inteiros .

É importante abordar como ocorre o desenvolvimento da flexibilidade, sendo interessante antes disto estabelecer quais são seus componentes básicos. Os componentes são: mobilidade articular, elasticidade muscular, plasticidade e maleabilidade dos tecidos moles (tendões, ligamentos e articulações) (HERNANDES JR, 2000). A mobilidade é em relação ao grau de liberdade de movimento da articulação; a elasticidade é a capacidade de estiramento elástico dos componentes musculares; a plasticidade é a capacidade dos elementos articulares e musculares de se distenderem e não retornarem à sua medida inicial (DANTAS, 1999); e finalmente, maleabilidade são as modificações dos tecidos moles (tendões, ligamentos e articulações) de acordo com as acomodações em um determinado segmento corporal (HERNANDES JR, 2000).

Sempre que for aplicada uma carga a uma estrutura elástica, haverá um pico de carga no qual a deformação do tecido será máxima, devido a um pico na transformação da energia potencial elástica em energia cinética e, ao ser liberada a carga, este tecido voltará ao estado inicial, mudando os valores da deformação. Nesse caso, uma carga aplicada durante um tempo deformará a estrutura até um

ponto no qual a mesma carga não causará mais deformação e o tecido não mais retornará ao estado inicial (GEOFFROY, 2001).

Atuando juntos no corpo humano, através da substância amorfa comum, os componentes elásticos (Fibras elásticas) e plásticos (Fibras colágenas) do tecido conjuntivo dão origem a uma propriedade resultante, a viscoelasticidade. Essa propriedade confere ao tecido conjuntivo a capacidade de ceder a um estímulo, deformando-se, transitoriamente, até certo ponto, chamado ponto de cedência. A partir daí, qualquer estímulo encontrará resistência para atuar e, quando deformado, o tecido não mais voltará às condições iniciais. Logo, haverá um limite para a deformação não-reversível, o chamado ponto de falha final, a partir do qual haverá ruptura do tecido (VASCONCELOS, RIBEIRO E MACÊDO, 2008).

Em suma, a deformação do tecido pode ser plástica ou elástica, sendo necessário para que haja um aumento da flexibilidade, a deformação plástica do colágeno, criando espaço entre os tecidos e aumentando o número e tamanho do sarcômero.

2.1.2 Fatores que determinam o nível de manifestação:

Quanto aos limites estruturais da flexibilidade, POLLOCK, WILMORE e FOX III (1986) anotam que “para a maioria das articulações, a limitação do movimento através da gama de movimentos é imposta pelos tecidos moles, incluindo o músculo e seus envoltórios; o tecido conjuntivo, com tendões, ligamentos e cápsulas articulares; e a pele.” Também JOHNS e WRIGHT apud FOX, BOWERS e FOSS (1989), estudando a flexão e extensão do punho do gato, devido à similaridade com a estrutura articular humana, chegaram à mesma conclusão, onde as cápsulas articulares exerciam cerca de 47% de resistência à flexibilidade, o músculo cerca de 41%, o tendão 10% e a pele 2%, sendo dessa forma os fatores mais importantes de limitação do movimento articular livre. Nesse sentido, segundo GUEDES, D. P. e GUEDES, J. E. P. (1995), “basicamente a flexibilidade é resultante da capacidade de elasticidade demonstrada pelos músculos e os tecidos conectivos combinados à mobilidade articular.”

Além desses fatores que limitam o movimento, a flexibilidade pode ser influenciada por outros, como o formato das superfícies articulares (ACHOUR JR, 2002), o excesso de gordura (POLLOCK, WILMORE e FOX III, 1986) e massa muscular (WEINECK, 1991). O formato das superfícies articulares constitui um fator conservador que limita a amplitude de movimento (ZAKHAROV e GOMES, 2003), podendo ser modificada levemente através de um treinamento de mobilidade intensivo (WEINECK, 1991). Em relação ao excesso de gordura, DANTAS (1999) coloca que uma elevada concentração de tecido adiposo em torno das articulações influencia de forma negativa os níveis de flexibilidade articular. Possivelmente esse comprometimento da flexibilidade em determinadas articulações, de acordo com a constatação de FARIAS JUNIOR e BARROS (1998), deve estar atrelado a um aumento do atrito entre as superfícies articulares, reduzindo a capacidade da amplitude articular. Quanto ao excesso de massa muscular, este será analisado posteriormente na revisão de estudos sobre a interdependência entre a força e a flexibilidade.

Dessa forma, observou-se que os principais fatores mecânicos limitantes da flexibilidade são os tecidos muscular e conectivo. Assim, uma manutenção de uma boa elasticidade nesses tecidos poderá garantir níveis desejados de flexibilidade. Contudo, outros componentes como o formato das superfícies articulares e a quantidade de gordura e massa muscular que influenciam esta capacidade física não podem ser negligenciados na planificação de um treinamento de flexibilidade.

A capacidade de executar os movimentos com grande amplitude é condicionada por uma série de outros fatores que devem ser levados em consideração no processo de desenvolvimento da flexibilidade, os quais serão abordados a seguir.

DANTAS (1995) aponta que duas variáveis irão interferir na limitação à flexibilidade: a individualidade e o tipo de movimento. O autor exemplifica a flexão do cotovelo que pode ser limitada por vários fatores como uma falta de elasticidade do tríceps, um encurtamento cirúrgico dos tendões do tríceps, em decorrência de uma hipertrofia do bíceps ou um limite na mobilidade da articulação do cotovelo. WEINECK (1991) também coloca que “a capacidade de articulação resulta da forma e direção dos ossos ou superfícies que formam a articulação, podendo, assim,

devido aos dados individuais anatômicos diferentes, por ser hereditária, ser mais ou menos diferente.”

Constata-se, então, que devido à individualidade biológica que irá limitar a flexibilidade, irá variar de indivíduo para indivíduo de acordo com o movimento e a articulação considerados na análise, entendendo-se também que como a flexibilidade é bastante específica para cada articulação, podendo variar de pessoa para pessoa, um indivíduo apresente níveis elevados de flexibilidade em determinada articulação, necessariamente não irá apresentar índices equivalentes nas demais (PEREIRA e MOULIN, 2006).

Outro fator relevante é a capacidade de descontração muscular, tendo uma forte correlação com o desenvolvimento da flexibilidade. Hernandez Jr (2000) estabelece que “outro fator relevante à flexibilidade é o estado psicológico do executante, pois em situações de estresse ocorre um menor relaxamento muscular e uma consequente diminuição da flexibilidade.” DANTAS (1995) também coloca sobre o assunto que uma concentração mental é capaz de propiciar uma relaxação da musculatura, facilitando exercícios de flexibilidade, possibilitando, por sua vez, uma aquisição de níveis superiores desta qualidade física. Barbanti (1986) estabelece que “quanto maior a tensão psíquica, maior serão as consequências sobre a musculatura, enrijecendo-a devido ao excesso de tensão, influenciando negativamente a flexibilidade e, conseqüentemente, o movimento.”

Outro fator que afeta indiretamente a flexibilidade é o estilo de vida sedentário, pois pode haver o acúmulo de gordura em torno das articulações, reduzindo os arcos de amplitude de um determinado movimento (DANTAS, 1999). E mesmo nas pessoas com estilo de vida ativo pode haver um nível reduzido de flexibilidade por não realizarem a extensão total dos segmentos na atividade física.

Além dos fatores expostos nessa revisão, existem vários outros fatores que influenciam nos níveis de flexibilidade, devendo ser considerados para uma planificação de treinamento, tais como a hora do dia, a temperatura do ambiente, sexo, idade, exercícios de aquecimento.

2.2 FORÇA

2.2.1 A capacidade de força

A força muscular é um importante componente da aptidão física relacionada à saúde, além de exercer papel relevante para o desempenho físico em inúmeras modalidades esportivas. Segundo Hall (2005) a *força* é a capacidade do músculo em gerar tensão contra alguma resistência ou carga externa.

Na teoria do treinamento, a força é entendida como pressuposto para o rendimento que permite superar ou se opor a uma resistência. Como grandeza física, segundo a Lei de Newton, ela é o produto da massa pela aceleração. Essa capacidade de exercer tensão contra uma resistência não é equiparável ao conceito da física, por isso, em treinamento físico, usa-se o termo capacidade de força. A terminologia esportiva diferencia principalmente a capacidade de força máxima, a capacidade de força rápida e a capacidade de resistência de força (BARBANTI, 2001).

A capacidade de força máxima define-se como a força máxima que pode ser desenvolvida por uma contração muscular máxima, podendo ser dinâmica ou estática. A capacidade de força rápida (potência, velocidade de força ou força explosiva) consiste em superar uma resistência externa ao movimento com elevada rapidez de contração. E por fim a capacidade de resistência de força é a capacidade de opor-se à fadiga no emprego repetido da força, isto é, realizar um esforço relativamente prolongado com emprego de força (BARBANTI, 2001).

Contudo, as capacidades de força não podem reduzir-se apenas às propriedades contrativas dos músculos, pois a manifestação direta dos esforços musculares é assegurada pela interação de diferentes sistemas funcionais do organismo (ZAKHAROV e GOMES, 2003). Ela manifesta-se no aparelho locomotor, dependendo do sistema nervoso que o dirige, do sistema ósseo que o sustenta e dos sistemas cardiovascular e respiratório que transportam os nutrientes necessários para o desenvolvimento de sua tarefa (BARBANTI, 1997).

É possível verificar que a força não pode ser considerada apenas quanto à contração do tecido muscular, devendo apreciar toda uma gama de fatores na qual essa capacidade sobre influência.

Segundo Rodrigues e Dantas (2002), o treinamento de força é uma das modalidades de treinamento mais praticadas pela população hoje em dia, podendo ter objetivos com fins competitivos, terapêuticos, estéticos, recreacionais e para a profilaxia tendo como objetivo a saúde e o bem estar.

O treinamento de força desenvolve qualidades de aptidão, constituindo uma excelente forma de preparação física, devido à sua facilidade de adaptação à condição física do indivíduo.

Além do desempenho pessoal no esporte competitivo, a força possui significados para quem busca saúde, pois está associada a:

- a) Prevenção e tratamento de problemas posturais, reduzindo o risco de lombalgias (GUEDES e GUEDES, 1995);
- b) Adia as degenerações artróticas (WEINECK, 1986);
- c) Diminuição da perda de massa muscular ocasionada pela idade (POLLOCK, WILMORE e FOX III, 1986);
- d) Adia ou reduz a osteoporose, servindo como medida profilática de lesões pois aumenta a estabilidade óssea (WEINECK, 1986);
- e) Importante papel na regulação hormonal e metabolismo de substratos (GUEDES e GUEDES, 1995);
- f) Recuperação rápida das condições de força originais em fases de imobilização ou repouso (WEINECK, 1986);
- g) Diminuição da pressão sanguínea (GUEDES e GUEDES, 1995);
- h) Aumento na atividade bioelétrica cerebral e da atividade das células cerebrais para obter a capacidade psicofísica (WEINECK, 1986).

Dessa forma, observa-se que além da capacidade de força motora ser essencial para a performance esportiva, contribui significativamente para a melhora da saúde, beneficiando o indivíduo de diversas maneiras.

2.2.2. Diferentes formas de contração muscular

A revelação dos esforços musculares é a condição necessária para a realização de qualquer ação motora, embora o caráter de manifestações da força

possa ser muito diferente, como nas atividades desportivas que revelam diferentes tipos de capacidades de força (ZAKHAROV e GOMES, 2003).

Segundo McArdle (2001), a estimulação neural de um músculo faz com que os elementos contráteis de suas fibras tendem a encurtar-se ao longo do eixo longitudinal. Os termos *isométrico* ou *estático* descrevem a ativação muscular na qual não ocorre qualquer modificação perceptível no comprimento das fibras musculares. Uma contração muscular *dinâmica* produz movimento do esqueleto. As contrações concêntricas e excêntricas representam os dois tipos de contrações musculares dinâmicas.

A contração *concêntrica* ocorre quando o músculo se encurta e observa-se o movimento articular à medida que a tensão aumenta (McARDLE, 2001).

A contração *excêntrica* ocorre quando a resistência externa ultrapassa a força muscular e o músculo se alonga à medida que a tensão aumenta (McARDLE, 2001).

A contração *isométrica* ocorre quando um músculo gera força e tenta encurtar-se, mas não consegue superar a resistência externa. Do ponto de vista da física, este tipo de contração muscular não produz qualquer trabalho externo. Entretanto, uma contração *isométrica* (estática) pode gerar uma quantidade considerável de força apesar da ausência de alongamento ou encurtamento perceptível dos sarcômeros musculares e do subsequente movimento articular (McARDLE, 2001)

Segundo Barbanti, a força pode se manifestar de duas formas básicas: dinâmica e estática.

A força dinâmica que também é denominada contração isotônica, é aquela que provoca movimento de uma parte do corpo diante de uma resistência qualquer. Esse tipo de contração provoca um encurtamento, ou então um alongamento muscular (TUBINO, 1984). A força dinâmica pode ser positiva ou negativa (BARBANTI, 1997).

Força dinâmica positiva é a contração capaz de mobilizar parte do corpo sobre a qual se aplica a tensão, vencendo a resistência e provocando um encurtamento muscular (TUBINO, 1984). Esse tipo de força é também chamada de *concêntrica* (BARBANTI, 1997).

Força dinâmica negativa é aquela em que a resistência é maior que a tensão desenvolvida pelo músculo, ocorrendo um alongamento muscular (TUBINO, 1984). É também conhecida como força *excêntrica* (BARBANTI, 1997).

Segundo Weineck (1991), a força dinâmica é subdividida em força máxima, força rápida e resistência de força.

Força máxima é uma capacidade psicomotora onde o sistema motor vence o máximo de resistência possível em uma única repetição, independentemente do tempo de execução e, conseqüentemente, da velocidade de execução (HERNANDEZ JR, 2000). Também pode ser definida como a força máxima que o sistema nervo-músculo pode realizar dentro de uma sequência de movimento, com uma contração (WEINECK, 1991).

Força rápida (explosiva) é toda forma de força que se torna atuante no menor tempo possível (BARBANTI, 1997). Ou seja, a força rápida compreende com uma alta velocidade de contração (WEINECK, 1991). É também conhecida como potência muscular (TUBINO, 1984).

Segundo Weineck (1991), a resistência de força dinâmica apresenta a capacidade de resistência à fadiga da musculatura em desempenhos de força de longa duração. Barbanti (1997) complementa que ela forma a base para o desenvolvimento da força rápida e da máxima, podendo ser classificada de duas formas: a) resistência muscular aeróbica, que é a capacidade dos músculos de resistir à fadiga na presença de suficiente provisão de oxigênio; b) resistência muscular anaeróbica, que é a capacidade dos músculos de resistir à fadiga com grande débito de oxigênio.

2.2.3 Treinamento de força

A força muscular, que é definida como capacidade de um músculo ou um grupo muscular produzir tensão, a fim de se opor a uma resistência externa num determinado tempo ou velocidade, além de ser um importante componente da aptidão física relacionada à saúde, exerce também um papel relevante para o desempenho físico em inúmeras modalidades esportivas (FOSS & KETAYIAN, 2000; DIAS et. al., 2005; FLECK & KRAEMER, 2006).

Durante muito tempo priorizou-se o desenvolvimento da componente cardiovascular nos trabalhos de aptidão física, muito embora a importância do treinamento realizado por meio de exercícios com cargas progressivas para o aumento da força e para ganhos hipertróficos na musculatura esquelética foi demonstrado pela primeira vez em 1948 (DE LORME & WATKINS, 1948).

Porém, foi somente a partir da década de 80, que esse tipo de treinamento, devido a sua característica de fácil controle e isolamento muscular bem como pelos benefícios que proporcionava à aptidão física e à saúde, tornou-se uma das formas mais populares de atividade para melhorar o condicionamento físico tanto de atletas quanto de pessoas sedentárias e/ou moderadamente ativas (POLITO & FARINATTI, 2003; AZEVEDO et al., 2005; WILLARDSON & BURKETT, 2006, citado por DA SILVA, 2008).

Atualmente tornou-se também um importante componente do programa de saúde e estética de mulheres (MARX et al., 2001).

Vários estudos têm demonstrado que esse método de treinamento há também uma grande importância no tratamento e na profilaxia de diversas doenças, e assim suas variáveis metodológicas tornaram-se objeto de estudo das principais publicações dos periódicos na área da saúde e do treinamento (ACSM, 1998a; TAN, 1999; BAECHLE & EARLE, 2000; FLECK & FIGUEIRA JÚNIOR, 2003; FLECK & KRAEMER, 2004; SIMÃO, 2004b; VIVEIROS, et. al., 2004; KRAEMER & RATAMESS, 2005; NOBREGA, PAULA & CARVALHO, 2005; CARIDE, 2006; FLECK & KRAEMER, 2006).

Além disso, o treinamento de força é considerado uma atividade física segura porque pode ser controlado (velocidade de movimento, intensidade, volume, carga) e sendo controlado, na sua forma de aplicação, torna-se adaptável à qualquer metodologia (potência muscular, força dinâmica, força pura, hipertrofia). Por sua vez, sendo adaptado a uma metodologia e aplicado de forma correta, aumenta a possibilidade de se tornar mais eficiente e eficaz na obtenção dos resultados pretendidos (DA SILVA, 2008)

Portanto, podendo-se adequar a várias metodologias, o treinamento de força torna-se um meio de atividade física aplicável à qualquer pessoa de qualquer idade, principalmente para indivíduos idosos. Com todas essas características, dificilmente

esse tipo de treinamento apresenta contra-indicações para sua realização (DA SILVA, 2008).

A sua eficiência nasce da união de dois princípios: adaptação e sobrecarga. A carga do exercício aplicado minimiza a velocidade da perda de massa muscular, atenuando a sarcopenia muscular fisiológica que de consequência ajuda a manter os níveis aceitáveis de densidade óssea. Isto acontece devido à pressão exercida pelos músculos contra os ossos ao se contraírem, reagindo ao estímulo da sobrecarga operacionalizada pela carga induzida no exercício (PINHEIRO, 2005).

Moritani e Devries (1979) inauguraram um momento no treinamento de força ao elucidar as diferentes fases das contribuições neurais hipertróficas na modificação da força muscular. Estes pesquisadores foram os primeiros a demonstrar que os ganhos iniciais na força são oriundos de adaptações neurais (4-8 semanas), sendo que o incremento da área de secção transversa da musculatura esquelética passa a contribuir somente após 6-8 semanas de treinamento.

O aumento de força conseguido durante a fase neural pode ser influenciado por 3 fenômenos: (a) o aumento do número de unidades motoras recrutadas; (b) o aumento da frequência de disparo dessas unidades e (c) a redução da co-ativação dos grupos musculares antagonistas ao movimento, melhorando a coordenação inter e intramuscular (BLOOMER & IVES, 2000; BRENTANO & PINTO, 2001; SIMÃO, CASTRO & LEMOS, 2001; ADAMS et al., 2004; VALE, NOVAES & DANTAS, 2005; BARROSO, TRICOLI & UGRINOWITSCH, 2005; DIAS, GURJÃO & MARUCCI, 2006).

A literatura aponta que a tensão mecânica gerada pelo exercício de força pode ser um fundamental estímulo para a ocorrência da síntese de proteínas musculares. A combinação de ações musculares concêntricas de alta velocidade com ações musculares excêntricas de baixa velocidade podem colaborar com a geração de tensão excedente que determinam uma maior quantidade de dano muscular. Tal evento desencadeia vários processos adaptativos, os quais, essenciais na regeneração das miofibrilas e na liberação de células satélites entre a lâmina basal e o sarcolema, que são fontes para o desenvolvimento de isoformas de miosina (SINGH et al., 1999; FARTHING & CHILIBECK, 2003; DIAS, ZOGAIB & SILVA, 2005; ANTUNES NETO et al., 2006b).

2.2.4 Coordenação Neuromuscular

A execução de qualquer movimento caracteriza-se por determinada ordem de ativação das unidades motoras no músculo e pela interação de músculos diferentes (ZAKHAROV e GOMES, 2003).

O autor ainda afirma que a sequência da ativação das unidades motoras e o número total das unidades envolvidas numa única tensão muscular são determinadas pelo mecanismo da coordenação intramuscular.

A força é o resultado de integrações neuromusculares complexas, sendo mais do que uma simples função linear do tamanho do músculo, embora o tamanho seja, possivelmente, a determinante mais importante de força, sendo que fatores fisiológicos e neurológicos também devem ser considerados (POLLOCK, WILMORE e FOX III, 1986).

Outro indício da perfeição da coordenação neuromuscular é a coordenação intermuscular (WEINECK, 1991), que é a concordância da tensão de relaxamento dos músculos durante a execução do movimento (ZAKHAROV e GOMES, 2003). O conjunto intermuscular ótimo dos sistemas musculares que cooperam com um dado movimento, determina de forma decisiva além da já mencionada coordenação intramuscular, a capacidade esportiva (WEINECK, 1991). Isto porque a realização sistemática dos exercícios em regime específico leva à eliminação da tensão excessiva dos músculos antagonistas, na execução desses sinergistas (ZAKHAROV e GOMES, 2003). Dessa forma, exercícios resistidos realizados regularmente e de forma repetida desenvolvem a coordenação neuromuscular, favorecendo a destreza e a consciência corporal do indivíduo (SANTARÉM SOBRINHO, 2004).

É importante estabelecer a relação entre hipertrofia e coordenação neuromuscular para compreender se as alterações nos ganhos de força se refletem apenas nas alterações volumétricas do músculo ou grupo de músculos, ou seja, à medida que o músculo sofra hipertrofia há um aumento da força, e à medida que sofra atrofia há uma diminuição da força.

Segundo Pollock, Wilmore e Fox III (1986), a gradação das capacidades de desempenho de força de um músculo se faz por uma combinação dos seguintes fatores: um aumento do número de unidades motoras ativadas, taxa de ativação e uma sincronização aumentada de disparo da unidade muscular. Eles esclarecem

que a força e os ganhos de força devem ser discutidos relacionados à integração neuromuscular, isto é, a habilidade do músculo de desenvolver tensão e habilidade do sistema nervoso de ativar o músculo.

2.2.5 Composição do Tecido Muscular

O tecido muscular é encontrado em três formas: esquelética, visceral e cardíaca. A densidade do tecido muscular é relativamente constante apesar da quantidade de tecido adiposo intersticial produzir alguma variabilidade (BOHME, 2000).

Segundo Zakharov e Gomes (2003), na composição do tecido muscular, num mesmo músculo, distinguem-se dois tipos principais de fibras musculares: a de contração lenta (SlowTwich – ST) e a de contração rápida (FastTwich – FT). As fibras musculares rápidas podem ser subdivididas em dois subtipos: FTa e FTb.

As fibras lentas, ou vermelhas, têm a sua estrutura funcional especial para trabalhos de longa duração e aumentam sua capacidade oxidativa com o treinamento aeróbico (TUBINO, 1984). As fibras rápidas, ou brancas, têm sua atividade ligada, num maior grau, à utilização de vias anaeróbicas de manutenção energética (ZAKHAROV e GOMES, 2003).

As fibras rápidas oxidativas ou intermediárias de oxidação alta (FTa) são mais solicitadas em trabalhos de duração média e as fibras rápidas não oxidativas, ou anaeróbicas de oxidação baixa (FTb), têm sua estrutura funcional favorável para trabalhos intensos e de curta duração (TUBINO, 1984).

Segundo Achour Jr (2002), as fibras brancas tendem à hipotonia e à fraqueza com o envelhecimento, com a hipoatividade e com o surgimento de doenças neuromusculares; já as vermelhas tendem a hipertonia na presença de doenças neuromusculares, envelhecimento e estilo de vida ativo.

Outros fatores a considerar são o tipo das alavancas ósseas que trata da relação do comprimento das alavancas com a geração de força, o estado psicológico e a motivação, que geram alterações fisiológicas favorecendo a execução de qualquer tipo de força motora e as propriedades elásticas dos músculos.

Portanto, para o treinamento da capacidade de força, todos esses fatores devem ser levados em consideração por serem de extrema importância para o

aprimoramento desta qualidade física, além da correlação com outras capacidades moduladoras da performance, pelo fato de exercerem uma grande influência no treinamento, como a exercida pelos fatores citados na relação com o alongamento e flexibilidade.

2.3 RELAÇÃO ALONGAMENTO x FORÇA

A prática de exercícios de alongamento está presente em praticamente todos os locais que se propõem a trabalhar no âmbito da atividade física e saúde, indiferentemente do objetivo proposto, sendo prescritos de maneiras aleatórias desde o aquecimento até a volta a calma e relaxamento.

Segundo Prentice e Voight (2003, p. 54), a flexibilidade é a amplitude de movimento possível em torno de uma única articulação ou em uma série delas. A flexibilidade é diretamente correlacionada ao alongamento, sendo importante não apenas para os movimentos normais, mas também para a prevenção de lesões.

Davis et al. (2005, p. 87) complementam que a flexibilidade é um importante aspecto da função humana, e que a manutenção de um nível adequado do comprimento muscular requer um programa de exercícios regulares de alongamento no sentido de prevenir os encurtamentos e obter os benefícios em relação ao decréscimo dos riscos de uma lesão muscoesquelética e da queda no desempenho da performance física (citado por Grego Neto, 2005)

As técnicas de alongamento para melhorar a flexibilidade evoluíram com os anos. A técnica mais antiga de alongamento é denominada de *alongamento balístico*, que utiliza movimentos vigorosos repetitivos. Uma segunda técnica, conhecida como *alongamento estático*, é o alongamento de um músculo até o ponto de desconforto e a manutenção nesse ponto por um período prolongado. Mais recentemente, outro grupo de técnicas de alongamento, conhecidas coletivamente como técnicas de *facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP)*, que consistem em alternar contrações e alongamentos na mesma série de exercícios, começaram a ser empregadas para melhora da flexibilidade articular por meio do alongamento do tecido muscular (PRENTICE e VOIGHT, 2003)

Além da flexibilidade, outras valências musculares fundamentais em todo e qualquer programa de atividade física e/ou reabilitação são a *força*, a *potência*, e o *trabalho total*.

Evidentemente que existe unanimidade entre os autores de que tanto a força quanto a flexibilidade (que resulta do nível de alongamento muscular) representam dois componentes da aptidão física, importantíssimos e imprescindíveis, tanto para a qualidade de vida, quanto para o bom desempenho nas atividades atléticas recreacionais ou desportos-profissionais

Entretanto, a maioria dos estudos tem-se direcionado a investigar diferentes métodos para melhorar a flexibilidade ou têm-se preocupado em abordar a relação existente entre a ocorrência de lesões e o déficit de flexibilidade, sem, no entanto levar em consideração a influência que a prática dos exercícios de alongamento exerce sobre a performance (KOKKONEN et al, 1998). Entretanto, alguns estudos têm tentado estabelecer a influência que a flexibilidade exerce sobre a performance numa perspectiva de longos períodos de programas de alongamento, sem levar em conta os efeitos agudos de um trabalho de alongamento realizado imediatamente antes do eventos.

Nesse contexto, cabe ressaltar que muitas pessoas vêm no treinamento de força a melhor alternativa para obterem bons resultados estéticos e conseguirem aprimorar sua condição física e manterem sua saúde, e particularmente no caso do Esporte de rendimento, muitos atletas que dependem da chamado força máxima ou *maximo run* para otimizarem sua performance atlética realizam exercícios de alongamento imediatamente antes do trabalho de força (GREGO NETO, 2005).

Porém, inúmeros estudos tais como o de Magnusson (1998, p. 27), Nelson (2001, p. 47), Kokkonen et al (1998, p. 16) têm demonstrado que a prática dos exercícios de alongamento preparatórios repercutem negativamente sobre o desempenho da força *máxima*, fato que obviamente interfere diretamente nos objetivos dos indivíduos que realizam treinamento de força de forma recreacional e principalmente dos atletas cujo sucesso em suas atividades desportivas requerem essa capacidade física como performance-dependente.

Fundamentalmente, no que diz respeito à relação comprimento-tensão inerentes ao tecido muscular, autores como Hamil e Knutzen (1999, p. 86) enfatizam que a quantidade de força produzida por um músculo está também relacionada com

o comprimento em que o músculo é mantido. A tensão máxima que pode ser gerada na fibra muscular ocorrerá quando um músculo for ativado em um comprimento levemente maior que o comprimento de repouso, algo entre 80 e 120% do comprimento de repouso.

Já para Prentice (2002, p. 64) a capacidade de desenvolver tensão cai quando o músculo é ativado nas extensões muito curtas ou muito longas. Ainda segundo o autor, quando um músculo encurta-se até a metade de seu comprimento, ele não é mais capaz de gerar muita tensão contrátil. Nos comprimentos encurtados ocorre menos tensão porque os filamentos ficam sobrepostos, criando uma ativação incompleta das pontes transversas, já que poucas pontes podem ser formadas.

Nesse sentido, Magnusson (1998, p. 12), Taylor et al. (1990, p. 34) e Wilson et al. (1991, p. 176), inferiram diante dos resultados obtidos em seus respectivos estudos que os exercícios de alongamento estático têm a capacidade de alterar as propriedades visco elásticas da unidade músculo-tendinosa evidenciando cientificamente que a atividade intensa de alongamento elástico reduz a tensão passiva e a rigidez da musculatura de gerar tensão ativa e, porventura, passiva.

Mais do que isso, Wilson et al (1991, p. 184) enfatizam que uma das funções dos tendões é a transferência da força produzida pela musculatura esquelética para os ossos e articulações. E, portanto, um tendão mais rígido terá a possibilidade de transmitir de forma mais rápida e precisa as mudanças de tensão na musculatura. Ainda segundo os mesmos autores, o grau de rigidez da musculatura esquelética (que seria influenciado negativamente pelos exercícios de alongamento) relaciona-se positivamente com a produção de força em ações musculares concêntricas e isométricas.

Estudos conduzidos por Nelson et al. (2001, p. 177), procuraram ampliar a investigação deste fenômeno analisando se o efeito do alongamento estático poderia ser, ângulo articular e velocidade, dependentes em relação ao movimento específico avaliado. Os autores observaram que as maiores inibições do torque isométrico máximo ocorreram num ângulo próximo à completa extensão da articulação do joelho. Estes autores testaram o torque isométrico máximo em cinco diferentes ângulos na articulação do joelho após um protocolo de alongamento estático para o grupo muscular quadríceps femoral. Um decréscimo significativo de 7% foi observado no torque isométrico máximo na posição de 162 graus na

articulação do joelho. Os mesmos autores ainda verificaram que somente nas velocidades mais lentas houve uma alteração significativa na força de extensão do joelho. O torque máximo avaliado no dinamômetro isocinético diminuiu 7,2% a velocidade de 60 graus/segundo e 4,5% a 90 graus/segundo. Também nesse estudo, os exercícios de alongamento utilizados foram predominantemente estáticos.

Estudo publicado por Kokkonen et al. (1998, p. 17) revelou que após terem sido submetidos a um protocolo de alongamentos estáticos para os músculos extensores e flexores de joelho, 15 (quinze) homens e 15 (quinze) mulheres que constituíam o universo amostral da pesquisa e que haviam sido previamente testados em relação à flexibilidade e à força (por meio do teste isotônico de 1 RM – repetição máxima) obtiveram uma melhora nos índices de flexibilidade da ordem de 16%, entretanto em relação à força houve um decréscimo da ordem de 7,3% na produção de força máxima durante o re-teste após a execução dos exercícios de alongamento. E, portanto, neste estudo, os autores concluíram que o programa de alongamento exerceu uma influência negativa no teste de 1RM para os músculos extensores e flexores do joelho em média da ordem de 8,1% de decréscimo em comparação com os dados obtidos na pré-avaliação realizada.

Diante dos resultados encontrados nesses estudos, Tricoli e Paulo (2002, p. 10) reiteram que independente do método empregado na avaliação, o desempenho de força máxima diminui devido à aplicação de uma sessão de exercícios de alongamento antecedendo o teste.

Entretanto, alguns outros trabalhos como os de Fowles e Sales (1997, p. 56), Nelson et al. (1991, p. 195), inferem que seria possível que se apenas um único músculo fosse alongado empregando tanto uma técnica estática quanto uma técnica dinâmica, por um curto espaço de tempo, os resultados obtidos poderiam ser diferentes, porém os autores deste trabalho não estabeleceram em seu estudo esse parâmetro de comparação, apenas inferiram que eventualmente um tempo menor de alongamento talvez pudesse não atingir o componente plástico muscular e sim apenas o elástico.

Autores como Nelson e Willian (2004, p. 82) defendem que o alongamento estático intenso aplicado sobre os músculos motores primários responsáveis por um determinado movimento ou habilidade motora não deveria ser realizado

imediatamente antes de qualquer atividade na qual o sucesso do desempenho físico e/ou motor tenha uma relação direta, ou seja, diretamente dependente da força máxima.

Outro aspecto relevante que deve ser analisado criteriosamente foi descrito em trabalho publicado por Herzog (2005, p. 175), no qual o autor (inclusive paradoxalmente do que preconizam os demais autores) defende que o alongamento muscular induz à uma contração subsequente do mesmo músculo mais vigorosa e que portanto, produziria níveis mais elevados de força do que as contrações sem essa “preparação” ou alongamento prévio. Há que se destacar que a “preparação” muscular ou alongamento descrito pelo autor refere-se ao mesmo ciclo de movimento, como, por exemplo, acontece durante os trabalhos de pliometria e que as evidências apontadas por Herzog (2005, p. 177) não podem ser extrapoladas para o tipo de trabalho de alongamento muscular proposto na presente pesquisa. Haja visto que o objetivo deste estudo não tem correlação alguma com o trabalho de pliometria e sim com a influência do alongamento no treinamento de força, mas não durante o mesmo ciclo de movimento e sim após poucos minutos da realização dos exercícios de flexibilidade.

Ramos et al (2007) publicaram um artigo recente de revisão sobre a “influência do alongamento sobre a força muscular: uma breve revisão sobre as possíveis causas”, e tiveram como conclusão que a grande maioria dos estudos demonstrou que o alongamento muscular provoca uma diminuição de força em relação ao desempenho muscular, e que ainda há controvérsias em relação às causas que levariam a diminuição de força. Alguns relacionam esta diminuição de força devido a fatores mecânicos como alterações nas propriedades visco elásticas do músculo e musculotendinosa. Outros ressaltam que a diminuição de força ocorreria devido a alterações no comprimento-tensão da fibra muscular. Ainda há aqueles que defendem a diminuição de força decorrente a fatores neurológicos.

Em outras palavras, mediante as informações supracitadas nos estudos referenciados, pode-se inferir que a prática de exercícios de alongamento altere de fato o grau de rigidez do tendão ou da unidade músculo-tendínea tornando-a mais maleável, existindo então a possibilidade destes exercícios afetarem negativamente a transferência de força da musculatura para o sistema esquelético podendo causar, portanto uma diminuição no rendimento físico quer este seja relevante para a saúde

num contexto meramente recreacional ou então voltado para a performance desportiva amadora ou de alto desempenho.

2.3.1 Hipertrofia e Flexibilidade

Weineck (1986) coloca que um certo nível de força é uma das condições da amplitude de movimentos esportivos, como observado em ginastas que possuem uma musculatura desenvolvida e um alto nível de mobilidade, salvo se ocorre um excessivo desenvolvimento da massa muscular, inibindo mecanicamente o movimento. Assim, a flexibilidade pode ter uma limitação mecânica devido ao excesso de massa muscular, como já foi dito anteriormente na relação dos fatores limitantes da flexibilidade.

Dantas (1999) cita que, em relação ao tipo de movimento, como na flexão de cotovelo, devido a uma hipertrofia do bíceps, poderá ocorrer uma limitação à flexibilidade. Achour Jr (2002) ressalta que esta restrição é devido ao próprio volume do bíceps braquial. Weineck (1986) complementa que somente em casos de aumento extraordinário da massa muscular, como o de halterofilistas, é que ocasionará uma limitação mecânica do movimento. Mas, se com o excesso de hipertrofia ocorrer um encurtamento muscular, a força e a flexibilidade tornam-se limitadas funcionalmente (ACHOUR JR, 2002). Isto porque, de acordo com Achour Jr (2002), “o encurtamento do sistema muscular enfraquece o tecido e o compromete com aumento de adesões e imbricamento das ligações cruzadas de colágeno, ocasionando limitação na amplitude de movimento”, sendo que esta poderá ser ainda maior se o músculo for mantido encurtado, pois irá reforçar a resistência do tecido conectivo, provocando calcificação próximo às articulações (ACHOUR JR, 1996).

O volume é o produto de duas variáveis: o diâmetro e o comprimento. Dessa forma, com um aumento do comprimento das fibras haverá um maior volume muscular e, conseqüentemente, um maior diâmetro também. Nesse sentido, Achour Jr coloca que “são maiores as possibilidades de alongar um grupo muscular de secção transversa volumoso que um de menor volume.” Isto porque, segundo Dantas (1999), quanto mais espessa for a fibra muscular, maior será o comprimento que ela poderá atingir.

De acordo com Santarém Sobrinho (1998), “a flexibilidade tende a aumentar porque a hipertrofia é acompanhada sempre de importante aumento do tecido conjuntivo elástico intra-muscular”, sendo que também o encurtamento muscular e a hipertonía muscular não ocorrem com a hipertrofia induzida por exercícios, isto pelo fato do aumento real de tônus muscular ser um fenômeno passageiro, restrito ao pós-exercício imediato.

Contudo, como a hipertrofia é resultado do treinamento de força, este produzirá maior tensão aumentando a quantidade e a qualidade de colágeno dos tecidos conectivos, causando um fortalecimento principalmente de ligamentos e tendões nas articulações (ACHOUR JR, 1996 e 2002). Assim embora a hipertrofia possibilite o aumento da flexibilidade, esta pode ser reduzida por consequência do treinamento de força devido ao fortalecimento de tecidos conectivos. A esse respeito, Achour Jr (2002) coloca que é um equívoco tornar o sistema muscular forte para desenvolver a flexibilidade posteriormente. É essencial o desenvolvimento da força conjuntamente com exercícios de alongamento notando que “embora se saiba que o trabalho de musculação pode limitar a flexibilidade, ele não impede, se for bem compensado por exercícios adequados, a coexistência da flexibilidade com a hipertrofia muscular nos mesmos segmentos corporais” (DANTAS, 1999).

Assim, através do conteúdo acima exposto, pode-se perceber que a hipertrofia não é sinônimo de uma baixa flexibilidade, sendo apenas um fator limitador em casos de um aumento excessivo do volume, causando uma restrição mecânica no movimento, ou se juntamente com o excessivo volume, causando uma restrição mecânica no movimento, ou se juntamente com o excesso de hipertrofia houve um encurtamento muscular limitando funcionalmente a força e a flexibilidade, devido ao enfraquecimento e comprometimento do tecido pelo aumento das ligações cruzadas de colágeno. Também, como foi dito anteriormente, o volume muscular é resultado do produto do diâmetro e do comprimento das fibras musculares, assim pelo fato da hipertrofia estar relacionada ao aumento no diâmetro das fibras e o alongamento aumentar o comprimento das mesmas, o músculo hipertrofiado e alongado terá um maior volume. Portanto, pode-se constatar que uma musculatura hipertrofiada é passível de alcançar uma excelente flexibilidade, isto se forem realizados exercícios de alongamento paralelamente ao trabalho de força.

Verifica-se, então, que a flexibilidade é uma qualidade física extremamente importante para ser desenvolvida juntamente com o treinamento de força, impedindo dessa maneira a ocorrência de encurtamentos musculares, os quais ocasionam limitação na amplitude de movimento.

3.0 CONCLUSÃO

Este estudo procurou informar sobre a influência do alongamento no treinamento de força. Para tal, foram revisadas literaturas especializadas na fisiologia humana e do exercício como também livros, artigos da área do treinamento esportivo de diversos autores sobre o aprimoramento dessas valências.

A pesquisa apresentou toda a estrutura envolvida no processo de definição, importância e desenvolvimento da flexibilidade, bem como os fatores que determinam o seu nível de manifestação. Apresentou também a capacidade de força, as diferentes formas de contração muscular, abordou sobre a hipertrofia muscular, a coordenação neuromuscular e a composição do tecido muscular.

No último tópico da revisão de literatura foi abordado o tema do alongamento *versus* força, aprofundando também para hipertrofia *versus* flexibilidade.

Através da revisão de literaturas foi possível concluir que é possível realizar um treinamento de força e, paralelamente realizar um treino de flexibilidade, como temos o exemplo dos ginastas. Mas que por outro lado, se o alongamento for utilizado previamente ao treino de força, alguns estudos afirmam que pode alterar o grau de rigidez do tendão ou da unidade músculo-tendínea tornando-a mais maleável, existindo então a possibilidade destes exercícios afetarem negativamente a transferência de força da musculatura para o sistema esquelético podendo causar, portanto uma diminuição no rendimento físico quer este seja relevante para a saúde num contexto meramente recreacional ou então voltado para a performance desportiva amadora ou de alto desempenho.

REFERÊNCIAS

ACHOUR JR, Abdallah. **Bases para Exercícios de Alongamento Relacionado com a Saúde e no Desempenho Atlético.** Londrina: Midiograf, 2002.

ADAMS, G.R.; CHENG, D.C.; HADDAD, F.; BALDWIN, K.M. Skeletal muscle hypertrophy in response to isometric, lengthening, and shortening training bouts of equivalent duration. **J Appl Physiol.** v.96, p.1613-18, 2004.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc.** v.30, n.6, p.975–991, 1998.

ANDERSON B e BURKE E. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. **Clinic of Sports Medicine.** V. 10, p. 63-86, 1991.

ANDERSEN, J. L.; SCHJERLING, P.; SALTIN, B. **Muscle, Genes and Athletic Performance.** Scientific American, 2000.

ANTUNES NETO, J.M.F.; TOYAMA, M.H.; CARNEIRO, E.M.; BOSCHERO, A.C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; MACEDO, D.V. Circulating leukocyte heat shock protein 70 (HSP70) and oxidative stress markers in rats after a bout of exhaustive exercise. **Stress.** v.9, p.107-15, 2006.

AZEVEDO, P.H.S.M.; OLIVEIRA, J.C.; AGUIAR, A.P.; OLIVEIRA, P.A.F.; MARQUES, A.T.; BALDISSERA, V. Identificação do limiar de lactato nos exercícios resistidos: rosca bíceps e mesa flexora. **Revis Digital.** Buenos Aires. v.10, n.87, agosto 2005. <http://www.efdeportes.com/efd87/limiar.htm>, acessado em 18/12/2011.

BAECHLE, T.R.; EARLE, R. **Essentials of strength training and conditioning.** 2ª ed. Champaign Illinois: Human Kinetics, 2000.

BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Ver. Bras CiênMov.** v.13, n.2, p.111- 22, 2005.

BLOOMER, R.J.; IVES, J.C. Varying neural and hypertrophic influences in a strength program. **National Strength & Conditioning Association.** v.22, n.2, p.30-35, 2000.

BRENTANO, M.A.; PINTO, R.S. Adaptações neurais ao treinamento de força. **RevBras Atividade Física e Saúde.** v.6, n.3, p.65-77, 2001.

BÖHME, M.T.S. **Revista do Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte,** 21, 4-10, 2000.

BADARO, A. F. V.; SILVA, A. H.; BECH, D. **Flexibilidade versus alongamento: esclarecendo as diferenças.** Saúde, Santa Maria, 2007.

BARBANTI, Valdir J.. **Teoria e Prática do Treinamento Esportivo**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

CARIDE, J.R.S. **Influencia de laprática Del Tai-Chi-Chuan em La condición física funcional y saludable de las personas mayores**. 2006, 253 f. Dissertação (Tese de doutorado). Universidade da Coruña - España, 2006.

CRAMER, J.T et al. Acute effects of static stretching on peak torque in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, V. 18, N. 2, p. 236–241, 2004.

CONTURSI, T. L. B. **Flexibilidade e alongamento**. 19ª ed, Rio de Janeiro: Sprint, 1986.

DA SILVA, José Guilherme F. B. **A influência de um programa de treinamento de força muscular, nas fases neurogênica e miogênica, sobre os níveis de IGF-1 em idosas sedentárias**. 2008, 328 f. Dissertação (Tese de doutorado). Universidade da Coruña, 2008.

DANTAS, Estélio H. M. **A Prática da Preparação Física**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Shape, 1995.

DANTAS, Estélio H. M.. **Flexibilidade: Alongamento e Flexionamento**. 4ª edição Rio de Janeiro: Shape, 1999.

DANTAS, E. **Alongamento e Flexionamento**. 5. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2005.

DAVIS, Scott et al. The Effectiveness of 3 Stretching Techniques on Hamstring Flexibility using Consistent Stretching Parameters. **Journal of Strength and Conditioning Research**. V. 19, N. 1, p. 84 – 89, 2005.

DE LORME, T.L.; WATKINS, A.L. Techniques of progressive resistance exercise. **Archives of Physical Medicine**. Chicago. v.29, p.263-73, 1948.

DIAS, R.M.; CYRINO, E.S.; SALVADOR, E.P.; CALDEIRA, L.F.; NAKAMURA, F.Y.; PAPST, R.R. Influência do processo de familiarização para a avaliação da força muscular em testes de 1RM. **Rev Bras Med Esp**. v.11, n.1, p.34-38, 2005

DIAS, R.M.R.; GURJÃO, A.L.D.; MARUCCI, M.F.N. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. **Acta Fisiatr**. v.13, n.2, p.90-95, 2006.

DIAS, R.M.M.M.; ZOGAIB, F.G.; SILVA, V.F. Ganhos de Força Através de um Programa de Treinamento Audiovisual com Gerontes. Rio de Janeiro: COBRASE. **Fit Perf J**. v.4, n.6, p.324-31, 2005.

ESNAULT, M.; VIEL, E. **Alongamento: auto manutenção muscular e articular**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

FARIAS JÚNIOR, J. C.; BARROS, M. V. G. **Flexibilidade e Aptidão Física Relacionada à Saúde**.Corporis, Recife, v.3 n.1, 1998.

FARTHING, J.P.; CHILIBECK, P.D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **Eur J Appl Physiol**. v.89, p.578-86, 2003.

FLECK, S. J.; KRAEMER W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2ª Edição, Porto Alegre, Ed. Artmed, 1999.

FLECK, S.J.; FIGUEIRA JUNIOR, A. **Treinamento de Força para Fitness e Saúde**. São Paulo: Phorte, 2003.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Designing resistance training programs**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.

FOSS, M.L.; KETHEYIAN, S.J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000.

FOX, BOWERS & FOSS. **Tratado de Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1989.

FOWLES, J. R.; SALE, D. G. **Time course strength deficit after maximal passive stretch in human**. Medicine and Science in Sports and Exercise.Vol. 29, 1997.

FOWLES, J. R. et al. Time course of strength deficit after maximal passive stretch in humans. **Medicine and Science in Sports and Exercise**.V. 29, N. 3, p. 41 – 48, 2000

GAJDOSIK, R. L., & BOHANNON, R. W. **Clinical measurement of range of motion: Review of goniometry, emphasizing reliability and validity**. Physical Therapy, 67, 1987.

GEOFFROY, Christophe. **Alongamento para todos**. São Paulo: Manole, 2001.

GREGO NETO, A. **Análise da Influência de Diferentes Técnicas de Alongamento Muscular sobre o Desempenho de Força Máxima**. Curitiba (Monografia de especialização), 2005.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. P.. **Exercício na Promoção da Saúde**. Londrina: Midiograf, 1995.

HALL, Susan; **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 65, 2005.

HAMIL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

HERNANDES JR, Benedito Daniel Olmos. **Treinamento Desportivo**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

HERZOG, W. Force Enhancement Following Stretch of Activated Muscle: critical Review and Proposal for Mechanisms. **Medical & Biological Engineering & Computing**. V. 43, p. 173-180, 2005.

JOHNS, R. & WRIGHT, V. Relative Importance of various tissues in joint stiffness. **Journal of Applied Physiology**. n. 17, p. 824-828, 1962.

KOKKONEN, J. et al. Acute Muscle Stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. V. 69, N. 4, p. 117 – 127, 1998.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sport Med**. v.35, p.339-61, 2005.

MAGNUSSON, S. P. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**. V. 8, N. 2, p. 29 – 37, 1998.

MARX, J.O.; RATAMESS, N.A.; NINDL, B.C.; GOTSHALK, L.A.; VOLEK, J.S.; DOHI, K.; BUSH, J.A.; GÓMEZ, A.L.; MAZZETTI, S.A.; FLECK, S.J.; HÄKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. Lowvolume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med Sci Sports Exer**. v.33, p.635-43, 2001.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício, energia e nutrição e desempenho humano**. 4^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

MORITANI, T.; DeVRIES, H.A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Sports Medicine**.v.58, p.115-30, 1979.

NELSON, A. G. Inhibition of Maximal Voluntary Isometric Torque production by acute Stretching is join-angle specific. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. V. 72, N. 1, p. 78 – 92, 2001.

NOBREGA, A.C; PAULA, K.C; CARVALHO, A.C.G. Interaction between resistance training and flexibility training in health young adults. **J Strength Condition Research**. v.19, (4), p.942-46, 2005.

PEREIRA, M. M.; MOULIN, A. F. V. **EDUCAÇÃO FÍSICA: Fundamentos para intervenção do profissional provisionado**. Brasília: CREF7, 2006.

PINHEIRO, D. Força Muscular para Idosos – Uma Questão de Bom Senso. **Fit Perfor J**. Rio de Janeiro. v.4, n.4, p.194-97, 2005.

POLITO, M.D.; FARINATTI, P.T.V. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. **Rev Bras Med Esporte**.v.9, n.1, p.1-9, 2003

POLLOCK, Michael L.; WILMORE, Jack H.; FOX III, Samuel M..**Exercício na saúde e na doença: avaliação e prescrição para a prevenção e reabilitação**. Rio de Janeiro: Medsi, 1986.

PRENTICE, Willian. **Técnicas de Reabilitação em Medicina Esportiva**. São Paulo: Manole, 2002.

PRENTICE, Willian, VOIGHT, Michael. Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética. Rio Grande do Sul: Artmed, 2003, p. 54.

RAMOS, G. V. et al. Influência do alongamento sobre a força muscular: uma breve revisão sobre as possíveis causas. **Revista Brasileira de Cineantropometria& Desempenho Humano**, 2007.

RODRIGUES, C.E.C.; DANTAS, E.H.M. Força e flexibilidade: efeitos do treinamento de força sobre a flexibilidade. **Fitness & Performance Journal**, Rio de Janeiro, 2002.

RUSSEK, L. Hypermobility Syndrome. **Physical Therapy**. v. 79, n. 6, p. 591-599, 1999.

RUSSEK, L. Examination and treatment of patient with hypermobility syndrome. **Physical Therapy**. Local, v. 80, n. 4, p. 386-398, 2000.

SANTARÉM SOBRINHO, J. M.. **Atualização em Exercícios Resistidos: Destreza e Flexibilidade**. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/saude/musvida/desflex.htm>> Acesso em outubro de 2011.

SIMPSON, M. Benign joint hypermobility syndrome: evaluation, diagnosis, and management. **JAOA**, Local, V. 106, N. 9, p. 531-536, 2006.

SINGH M.A.F.; DING, W.; MANFREDI, T.J.; SOLARES, G.S.; O'NEILL, E.F.; CLEMENTS, K.M; RYAN, N.D.; KEHAYIAS, J.J.; FIELDING, R.A.; EVANS, W.J. Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after wright-lifting exercise in frail elders. **A J P Endocrinol Metabolism**. v.277, n.1, p.135-43,1999.

SIMÃO, R. **Treinamento de Força na Saúde e Qualidade de Vida**. São Paulo: Phorte, 2004b.

SIMÃO, R.; CASTRO, L.E.V.; LEMOS, A. Treinamento de força - Adaptações Neurais e Hipertróficas. **Rev Baiana de Educação Física**.v.2, n.2, p.39-44, 2001.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in man: A review. **J Strength Condition Research**.v.13, n.3, p.289-04, 1999.

TRICOLI, Valmor; PAULO, Anderson. Efeito Agudo dos Exercícios de Alongamento sobre o Desempenho de Força Máxima. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. V. 7, N. 1, 2002.

TUBINO, Manuel José Gomes. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 11ª edição. São Paulo: Ibrasa, 1984.

VALE, R.G.S.; NOVAES, J.S.; DANTAS, E.H.M. Efeitos do treinamento de força e de flexibilidade sobre a autonomia funcional de mulheres senescentes. **Rev Bras Ciên Mov**. v.13, v.2, p.33-40, 2005.

[VASCONCELOS, D. A.](#) ; RIBEIRO, C. D. ; MACEDO, L. C. . **O tratamento da flexibilidade pela fisioterapia**. Tema (Campina Grande), 2008.

VIVEIROS, L.; POLITO, M.D.; SIMÃO, R.; FARINATTI, P.T.V. Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento. **Rev Bras Med Espor**. v.6, p.459-63, 2004.

WEINECK, Jürgen. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WILLARDSON, J.M.; BURKETT, L.N. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light loads. **J Strength Cond Res**. v.20, n.2, p.396-99, 2006.

WILSON, G. J.; WOOD, G. A.; ELLIOT, B. C. **The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury** Int J Sports Med, 1991.

ZAKHAROV, Andrei; GOMES, Antonio Carlos. **Ciência do Treinamento Desportivo**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Palestra Sport, 2003.